

A<sub>1</sub>

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-315513

(43)Date of publication of application : 14.11.2000

(51)Int.Cl.

H01M 8/04

B60K 11/04

B60L 11/18

F01P 3/18

(21)Application number : 11-126031

(71)Applicant : NISSAN MOTOR CO LTD

(22)Date of filing : 06.05.1999

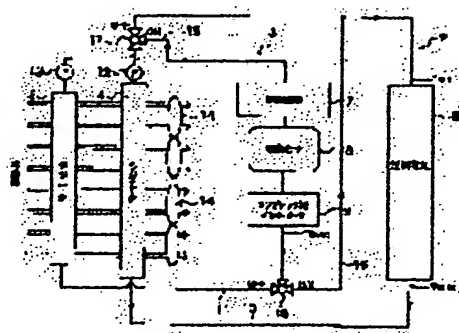
(72)Inventor : IIO MASATOSHI

## (54) RADIATOR SYSTEM FOR FUEL CELL/AUTOMOBILE

### (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To prevent reduction in output due to reduction of an inside temperature when a fuel cell is in a low output operation state by closing a second cooling system and switching a cooling water passage for cooling a fuel cell and components other than the fuel cell by means of a first cooling system when the fuel cell is in a supercooled state.

**SOLUTION:** This radiator system having a first radiator 4 and a second radiator 5 is provided with a first cooling system 2 cooling a fuel cell 6 and a second cooling system 3 cooling other components to be cooled other than the fuel cell 6, for example, cooling a controller 7, a driving motor 8, and an intercooler 9 for a compressor. In a low output operation state, respective three-way valves 17, 18 are set in the position for opening bypass passages 15, 16, and cooling water flowing outward from the first radiator 4 passes through the bypass passage 15 so as to subsequently cool down the other components to be cooled, passes through the bypass passage 16 so as to cool down the fuel cell 6, and then, flows into the first radiator 4 again. That is, cooling down is carried out by means of the first cooling system 2 while the second cooling system 3 is closed.



(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2000-315513

(P2000-315513A)

(43)公開日 平成12年11月14日 (2000. 11. 14)

(51)Int.Cl.<sup>7</sup>

識別記号

F I

ターミナル (参考)

H 0 1 M 8/04

H 0 1 M 8/04

T 3 D 0 3 8

B 6 0 K 11/04

B 6 0 K 11/04

Z 5 H 0 2 7

B 6 0 L 11/18

B 6 0 L 11/18

G 5 H 1 1 5

F 0 1 P 3/18

F 0 1 P 3/18

Q

審査請求 未請求 請求項の致9 O L (全 11 頁)

(21)出願番号

特願平11-126031

(22)出願日

平成11年5月6日 (1999. 5. 6)

(71)出願人 000003997

日産自動車株式会社

神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地

(72)発明者 飯尾 雅俊

神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地 日産  
自動車株式会社内

(74)代理人 100083806

弁理士 三好 秀和 (外8名)

Fターム (参考) 3D038 AA10 AB01 AC01 AC22

5H027 AA02 CC06 KK48 MM01

5H115 PG04 PI18 PI29 PI30 PU01

QA10 QN03 TC05 TR19 TU11

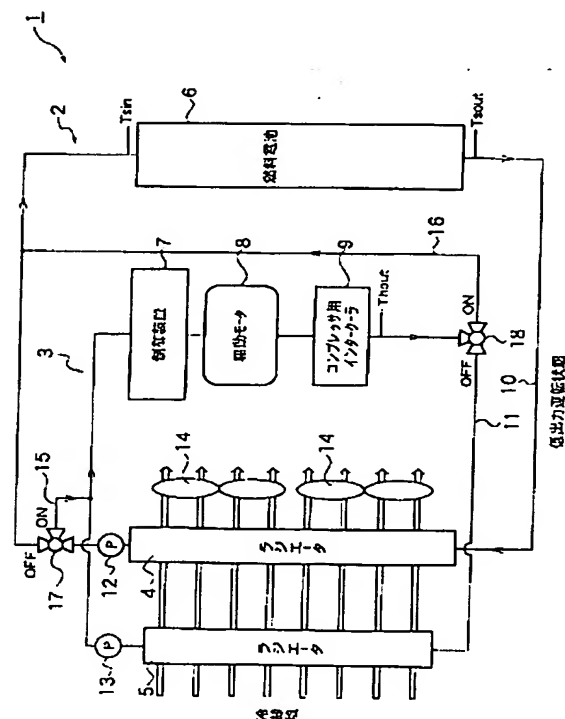
UI28 UI30

(54)【発明の名称】 燃料電池自動車用ラジエータシステム

(57)【要約】

【課題】 本発明は、燃料電池が低出力の場合に、内部温度の低下による出力の低下を防止でき、かつ、低出力から短時間で高出力を発生できる燃料電池自動車用ラジエータシステムを提供する。

【解決手段】 2つのラジエーター他4、5を設け、燃料電池6が比較的低出力の場合に、燃料電池6と他の要冷却部品7、8、9とを同一の冷却系2を用いて1つのラジエーター4によって冷却する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 燃料電池と第1のラジエータとを結ぶ冷却水流路内を循環する冷却水により前記燃料電池を冷却する第1冷却系と、

前記燃料電池以外の冷却を要する構成部品と第2のラジエータとを結ぶ冷却水流路内を循環する冷却水により前記構成部品を冷却する第2冷却系と、

前記燃料電池が過冷状態にあるとき、前記第2冷却系を閉じて前記第1冷却系によって前記燃料電池と前記構成部品とを冷却するように前記構成部品の冷却水流路を切り替える流路切替手段とを有することを特徴とする燃料電池自動車用ラジエータシステム。

【請求項2】 前記第1冷却系の前記第1ラジエータは、

前記第2冷却系の前記第2ラジエータよりも冷却風の下流に配置されていることを特徴とする請求項1記載の燃料電池自動車用ラジエータシステム。

【請求項3】 前記構成部品は、

冷却水流路の切り替えにより、前記第1ラジエータの冷却水出口と前記燃料電池の冷却水入口との間に直列に接続されることを特徴とする請求項1記載の燃料電池自動車用ラジエータシステム。

【請求項4】 前記流路切替手段は、

前記燃料電池の入口冷却水温度が、前記構成部品の耐熱温度により決まる所定の冷却水上限温度以下であるとき、前記構成部品の冷却水流路の切り替えを行うことを特徴とする請求項3記載の燃料電池自動車用ラジエータシステム。

【請求項5】 前記流路切替手段は、

前記構成部品の冷却水流路の切り替えにより前記第1冷却系に合流する冷却水流路内にあって前記構成部品のうちの最下流に位置する構成部品の出口冷却水温度が、前記燃料電池の耐熱温度により決まる所定の燃料電池出口冷却水上限温度から、冷却水が前記燃料電池を通過する際に上昇が期待される所定の燃料電池出入口温度差を引き算して得られる温度以下であるとき、前記構成部品の冷却水流路の切り替えを行うことを特徴とする請求項3記載の燃料電池自動車用ラジエータシステム。

【請求項6】 前記構成部品は、

冷却水流路の切り替えにより、前記第1冷却系に対して前記燃料電池と並列に接続されることを特徴とする請求項1記載の燃料電池自動車用ラジエータシステム。

【請求項7】 前記流路切替手段は、

前記燃料電池の入口冷却水温度と出口冷却水温度の少なくともいずれか一方またはその平均値の単位時間当たりの低下量が、予め決められた設定値以上であるとき、前記構成部品の冷却水流路の切り替えを行うことを特徴とする請求項1記載の燃料電池自動車用ラジエータシステム。

【請求項8】 前記構成部品の冷却水流路が切り替えら

れたとき、前記第1冷却系のポンプの出力を制御するマップを変更する制御マップ変更手段を有することを特徴とする請求項1記載の燃料電池自動車用ラジエータシステム。

【請求項9】 前記流路切替手段は、

前記燃料電池の出力が、前記燃料電池の性能及び前記第1ラジエータの放熱性能により決められる基準値以下であるとき、前記構成部品の冷却水流路の切り替えを行うことを特徴とする請求項1記載の燃料電池自動車用ラジエータシステム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、燃料電池自動車用ラジエータシステムに関する。

【0002】

【従来の技術】従来の燃料電池自動車用ラジエータシステムとしては、例えば、特開平10-340734号公報記載の燃料電池システム(図8)が報告されている。

【0003】この燃料電池システム130において、冷却水流路131内を循環する冷却水は、燃料電池132内で熱交換して昇温した後、ラジエータ133において降温し、再び燃料電池132に供給される。冷却水流路131内に冷却水を循環させる駆動力は、冷却水ポンプ134によって与えられる。このとき、燃料電池132の入口冷却水温度T1と出口冷却水温度T2とをそれぞれ測定して、T1とT2との差 $\Delta T$ を求め、 $\Delta T$ が5℃以上の場合には、燃料電池132の内部温度が所定の不均一状態であると判断し、冷却水ポンプ134の駆動電圧を上昇させることで、燃料電池132の内部温度を最適な温度により近い状態で平均化するようにしている。なお、同図8において、135は冷却ファン、136はコントロールユニットである。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、このような従来の燃料電池自動車用ラジエータシステムにあっては、システムを運転するためには、以下の諸点に留意する必要がある。

【0005】まず、燃料電池132は、その出力に応じて冷却水に放熱するが、燃料電池スタックを構成する高分子膜等の耐熱温度の制限があるため、冷却水出口を高温にすることはできず、レシプロエンジンの冷却水と比較して、低温で管理しなければならない。

【0006】このため、冷却水と大気との温度差が小さくなるため、冷却水から熱を吸収して大気中に放出するラジエータ133は、伝熱面積が大きくなる。

【0007】また、燃料電池自動車には、図示しないが、駆動用モータ、制御装置、コンプレッサ用インタークーラ等の冷却を要する構成部品があり、特に制御装置は、耐熱温度が低いため、燃料電池132と比較して、低い温度に維持しなければならない。

【0008】このような理由から、車両に燃料電池132その他の構成部品の放熱量を賄うことができるラジエータを搭載するためには、ラジエータを複数搭載する必要がある。

【0009】一方、燃料電池132の内部温度は、出口冷却水温度、カソードに供給される出口空気温度等で管理されるが、大出力を得るためには、内部温度を常用運転温度近傍（例えば、80℃～90℃）に保つ必要がある。

【0010】しかし、燃料電池132は比較的低い出力で運転しているが、ラジエータ133に導入される風量が多い場合（例えば、高速での一定速走行時）や、燃料電池132の出力は低い、駆動モータ等の冷却要求が高い場合（例えば、加減速を繰り返した走行後）には、ラジエータ133を含む燃料電池132の冷却系内の冷却水の温度が低下して、燃料電池132の内部温度が低下する。このため、例えば、大出力を直ぐに取り出せなくなったり、または、ラジエータ133を燃料電池132の冷却系から一時的に分離しておいたとしても、ラジエータ133内の冷却水が燃料電池132に導入された時に出力が低下するといった問題があった。

【0011】本発明は、上記に鑑みてなされたもので、その目的としては、燃料電池が低出力の運転状態にあるときに、内部温度の低下による出力の低下を防止でき、かつ、その低出力の運転状態から短時間で高出力を発生することができる燃料電池自動車用ラジエータシステムを提供することにある。

【0012】

【課題を解決するための手段】請求項1記載の発明は、上記課題を解決するため、燃料電池と第1のラジエータとを結ぶ冷却水流路内を循環する冷却水により前記燃料電池を冷却する第1冷却系と、前記燃料電池以外の冷却を要する構成部品と第2のラジエータとを結ぶ冷却水流路内を循環する冷却水により前記構成部品を冷却する第2冷却系と、前記燃料電池が過冷状態にあるとき、前記第2冷却系を閉じて前記第1冷却系によって前記燃料電池と前記構成部品とを冷却するように前記構成部品の冷却水流路を切り替える流路切替手段とを有することを要旨とする。

【0013】請求項2記載の発明は、上記課題を解決するため、前記第1冷却系の前記第1ラジエータは、前記第2冷却系の前記第2ラジエータよりも冷却風の下流に配置されていることを要旨とする。

【0014】請求項3記載の発明は、上記課題を解決するため、前記構成部品は、冷却水流路の切り替えにより、前記第1ラジエータの冷却水出口と前記燃料電池の冷却水入口との間に直列に接続されることを要旨とする。

【0015】請求項4記載の発明は、上記課題を解決するため、前記流路切替手段は、前記燃料電池の入口冷却

水温度が、前記構成部品の耐熱温度により決まる所定の冷却水上限温度以下であるとき、前記構成部品の冷却水流路の切り替えを行うことを要旨とする。

【0016】請求項5記載の発明は、上記課題を解決するため、前記流路切替手段は、前記構成部品の冷却水流路の切り替えにより前記第1冷却系に合流する冷却水流路内にあつて前記構成部品のうちの最下流に位置する構成部品の出口冷却水温度が、前記燃料電池の耐熱温度により決まる所定の燃料電池出口冷却水上限温度から、冷却水が前記燃料電池を通過する際に上昇が期待される所定の燃料電池出入口温度差を引き算して得られる温度以下であるとき、前記構成部品の冷却水流路の切り替えを行うことを要旨とする。

【0017】請求項6記載の発明は、上記課題を解決するため、前記構成部品は、冷却水流路の切り替えにより、前記第1冷却系に対して前記燃料電池と並列に接続されることを要旨とする。

【0018】請求項7記載の発明は、上記課題を解決するため、前記流路切替手段は、前記燃料電池の入口冷却水温度と出口冷却水温度の少なくともいずれか一方またはその平均値の単位時間当たりの低下量が、予め決められた設定値以上であるとき、前記構成部品の冷却水流路の切り替えを行うことを要旨とする。

【0019】請求項8記載の発明は、上記課題を解決するため、前記構成部品の冷却水流路が切り替えられたとき、前記第1冷却系のポンプの出力を制御するマップを変更する制御マップ変更手段を有することを要旨とする。

【0020】請求項9記載の発明は、上記課題を解決するため、前記流路切替手段は、前記燃料電池の出力が、前記燃料電池の性能及び前記第1ラジエータの放熱性能により決められる基準値以下であるとき、前記構成部品の冷却水流路の切り替えを行うことを要旨とする。

【0021】

【発明の効果】請求項1記載の本発明によれば、複数のラジエータを設け、通常の運転状態では、燃料電池とこれ以外の冷却を要する構成部品とをそれぞれ別々の冷却系によって冷却するようにしておき、燃料電池が過冷状態にあるとき、例えば、燃料電池が比較的低出力つまりその放熱量が比較的低い場合に、構成部品の冷却系を閉じて燃料電池の冷却系によって燃料電池と構成部品の両方を冷却するように構成部品の冷却水流路を切り替えることで、燃料電池の冷却水の温度低下及び燃料電池の内部温度の低下を抑えることができ、燃料電池の内部温度の低下による出力の低下を防止することができる。

【0022】請求項2記載の本発明によれば、燃料電池の冷却系のラジエータを構成部品の冷却系のラジエータよりも冷却風の下流に配置することで、燃料電池の冷却系によって燃料電池と構成部品の両方を冷却するように構成部品の冷却水流路を切り替えた際に、上流のラジエ

ータよりも下流のラジエータの方が冷却風の温度が高いため、燃料電池の冷却系内の冷却水の温度低下を抑えることができる。また、構成部品の中に、例えば電子回路等の燃料電池よりも温度を低く管理しなければならない部品がある場合には、上流のラジエータを構成部品の冷却に用いた方が、冷却系を小容量にできる。

【0023】請求項3記載の本発明によれば、冷却水流路の切り替えにより、構成部品が、燃料電池の冷却系のラジエータの冷却水出口と燃料電池の冷却水入口との間に直列に接続されることで、ラジエータから流出した冷却水は、構成部品の放熱によって温度が上昇した後、燃料電池に流入するため、燃料電池の内部温度の低下を抑えて、低出力から高出力に変化する時間を短くすることができる。

【0024】請求項4記載の本発明によれば、燃料電池の入口冷却水温度が構成部品の耐熱温度により決まる所定の冷却水上限温度以下になることを、構成部品の冷却水流路の切り替えの条件とすることで、構成部品の中に、例えば電子回路等の燃料電池よりも温度を低く管理しなければならない部品がある場合に、冷却水流路が燃料電池と構成部品とで共通になるように構成部品の冷却水流路を切り替えた際に、構成部品に耐熱温度を超えさせる冷却水が流れるのを防止し、構成部品の故障を防ぐことができる。

【0025】請求項5記載の本発明によれば、構成部品の冷却水流路の切り替えにより燃料電池の冷却系に合流する冷却水流路内にあって構成部品のうちの最下流に位置する構成部品の出口冷却水温度が、燃料電池の耐熱温度により決まる所定の燃料電池出口冷却水上限温度から、冷却水が燃料電池を通過する際に上昇が期待される所定の燃料電池出入口温度差を引き算して得られる温度以下であることを、構成部品の冷却水流路の切り替えの条件とすることで、冷却水流路が燃料電池と構成部品とで共通になるように構成部品の冷却水流路を切り替える動作を、燃料電池の耐熱温度を守りながら、最も頻繁に行うことができ、これにより、燃料電池の冷却水を運転可能な高温に維持することが可能となる。

【0026】請求項6記載の本発明によれば、冷却水流路の切り替えにより、構成部品が、燃料電池の冷却系に対して燃料電池と並列に接続されることで、請求項3記載の直列接続の場合と比べて、冷却水流路の構成を単純にできるため、車両での搭載が容易になる。

【0027】請求項7記載の本発明によれば、燃料電池の入口冷却水温度と出口冷却水温度の少なくともいずれか一方またはその平均値の単位時間当たりの低下量が、予め決められた設定値以上であることを、構成部品の冷却水流路の切り替えの条件とすることで、導入される冷却風の風量・温度等の環境で変化するラジエータの放熱性能と、燃料電池の出力等で変化する燃料電池からの放熱量との両方のバランスを反映する上記温度の単位時間

当たりの低下量によって判断するため、燃料電池の冷却水温度の低下を早期に判断でき、燃料電池の冷却水の温度低下を小さくすることができる。

【0028】請求項8記載の本発明によれば、構成部品の冷却水流路が切り替えられたとき、燃料電池の冷却系のポンプの出力を制御するマップを変更することで、構成部品の冷却水流路の切り替えにより、請求項3記載の直列接続された冷却系であれば冷却水流路の圧力損失が増加し、請求項6記載の並列接続された冷却系であれば圧力損失が小さくなり、いずれの場合においても圧力損失が変化するが、冷却水ポンプの出力を調整することで、燃料電池及び構成部品の冷却に必要な冷却水を流すことができる。

【0029】請求項9記載の本発明によれば、燃料電池の出力が、燃料電池の性能及び燃料電池用第1冷却系のラジエータの放熱性能により決められる基準値以下であることを、構成部品の冷却水流路の切り替えの条件とすることで、請求項4、5又は7記載の発明で必要な温度センサ及びその制御を省略することができ、または、温度センサの測定精度・温度保証精度を落とすことができ、簡潔なシステムとすることができる。

【0030】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態を図面を参照して説明する。

【0031】(第1の実施の形態)図1及び図2は、本発明の第1の実施の形態に係る燃料電池自動車用ラジエータシステムの構成を示す図であり、特に、図1は、通常運転状態の場合のシステム構成図であり、図2は、低出力運転状態の場合のシステム構成図である。

【0032】この燃料電池自動車用ラジエータシステム1は、2つのラジエータ4、5を備え、燃料電池6を冷却する第1冷却系2と、燃料電池6以外の冷却を要する構成部品(以下「要冷却他部品」ともいう)、例えば、制御装置7、駆動モータ8、コンプレッサ用インタークーラ9等を冷却する別の第2冷却系3とを有する。

【0033】第1冷却系2は、燃料電池6とラジエータ4とを結ぶ冷却水流路10内を循環する冷却水によって燃料電池6を冷却するものである。燃料電池6からの放熱は、当該冷却系2内を循環する冷却水を介して、ラジエータ4により大気中に放出される。このとき、当該冷却系2内を循環する冷却水は、流路10内にある冷却水ポンプ12によって、燃料電池6の放熱に必要な水量で流される。

【0034】また、第2冷却系3は、燃料電池6以外の要冷却部品(図示例では、制御装置7、駆動モータ8、コンプレッサ用インタークーラ9)とラジエータ5とを結ぶ冷却水流路11内を循環する冷却水によって要冷却他部品を冷却するものである。すなわち、制御装置7、駆動モータ8、コンプレッサ用インタークーラ9等の要冷却他部品は、燃料電池6とは別の冷却系3を持ち、ラ

ジェータ5によって大気中に放熱している。このとき、当該冷却系3内を循環する冷却水は、流路11内にある冷却水ポンプ13によって、要冷却他部品の放熱に必要な水量で流される。

【0035】第1冷却系2のラジエータ4は、冷却風の流れに対して、第2冷却系3のラジエータ5よりも下流に配置されている。冷却ファン14は、下流側のラジエータ4の直後に設けられている。

【0036】ラジエータ4の冷却水出口と制御装置7の冷却水入口との間にはバイパス通路15が設けられ、その上流側合流部には、外部コントロール可能な三方弁17が設けられている。また、コンプレッサ用インタークーラ9の冷却水出口と燃料電池6の冷却水入口の間には別のバイパス通路16が設けられ、その上流側合流部には、同じく外部コントロール可能な三方弁18が設けられている。これら2つの三方弁17、18をコントロールすることで、要冷却他部品の冷却水流路を切り替えて、第1冷却系2、つまり、燃料電池6の冷却水流路10に合流させることができる。

【0037】具体的には、通常の運転状態（下記に定める条件により決まる）では、図1に示すように、各三方弁17、18はそれぞれバイパス通路15、16を閉じる位置に設定され、燃料電池6の冷却水は、第1冷却系2のラジエータ4を流れ、要冷却他部品の冷却水は、第2冷却系3のラジエータ5を流れる。

【0038】これに対して、低出力運転状態（通常運転の条件以外での運転状態）では、図2に示すように、各三方弁17、18はそれぞれバイパス通路15、16を開く位置に設定され、ラジエータ4から流れ出た冷却水は、バイパス通路15を通り、要冷却他部品として制御装置7、駆動モータ8、コンプレッサ用インタークーラ9等を順次に冷却した後、バイパス通路16を通過して燃料電池6へと導かれ、該燃料電池6を出て、再びラジエータ4に流れ込む。すなわち、この低出力運転状態では、第2冷却系3を閉じて、第1冷却系2によって燃料電池6と要冷却他部品の両方を冷却する。

【0039】ここで、通常運転状態から低出力運転状態への切り替え条件は、図1での通常運転状態において、燃料電池6の入口冷却水温度 $T_{sin}$ が、要冷却他部品の中で最も耐熱温度が低い制御装置7の耐熱温度により決まる所定の冷却水上限温度 $T_{c0}$ よりも低い、 $T_{sin} < T_{c0}$

かつ、要冷却他部品の中で最下流に位置するコンプレッサ用インタークーラ9の出口冷却水温度 $T_{hout}$ が、燃料電池6の耐熱温度により決まる所定の燃料電池出口冷却水上限温度（燃料電池の運転管理基準冷却水出口温度） $T_{s0}$ から、冷却水が燃料電池6を通過する際に上昇が期待される所定の燃料電池出入口温度差 $\Delta T_{sl}$ を引き算して得られる温度よりも低いこと、 $T_{hout} < T_{s0} - \Delta T_{sl}$

とされている。なお、上記の温度差 $\Delta T_{sl}$ は、燃料電池6の出力に応じた放熱量と流路切り替え後の冷却水流量とに基づいて算出することができる。

【0040】なお、上記した燃料電池入口冷却水温度 $T_{sin}$ 及びコンプレッサ用インタークーラ出口冷却水温度 $T_{hout}$ 、ならびに燃料電池出口冷却水温度 $T_{sout}$ は、それぞれ、図示しない温度センサによって計測され、それぞれの測定信号は、当該システム1を制御するための図示しないコントロールユニットに出力される。上記した三方弁17、18と冷却水ポンプ12、13も、このコントロールユニットに接続されている。

【0041】コントロールユニットは、制御プログラムや冷却水ポンプの出力（回転数）を制御するための制御マップ等を記憶したROM、制御時のワークエリアとなるRAM等を内部に有しており、前記各温度センサからの測定信号に基づいて、三方弁17、18及び冷却水ポンプ12、13を制御する。

【0042】次に、図3に示す制御フローチャートに従って当該燃料電池自動車用ラジエータシステム1の制御動作を説明する。なお、同図に示す制御フローチャート及び前記制御マップは、前記コントロールユニットのROMに制御プログラム及びデータテーブルとして記憶されている。

【0043】起動中又は低出力運転指令が出されると、まず、ステップS10では、流路切り替え前に初期状態として設定されている図1に示す通常運転状態において、測定された燃料電池入口冷却水温度 $T_{sin}$ が、制御装置7の耐熱温度により決まる所定の冷却水上限温度 $T_{c0}$ よりも低い、

$T_{sin} < T_{c0}$

かを判断し、燃料電池入口冷却水温度 $T_{sin}$ の方が高い場合はステップS10に戻り、処理を繰り返す。一方、燃料電池入口冷却水温度 $T_{sin}$ の方が低い場合はステップS20に進む。

【0044】ステップS20では、測定されたコンプレッサ用インタークーラ出口冷却水温度 $T_{hout}$ が、燃料電池6の耐熱温度により決まる所定の燃料電池出口冷却水上限温度 $T_{s0}$ から、冷却水が燃料電池6を通過する際に上昇が期待される所定の燃料電池出入口温度差 $\Delta T_{sl}$ を引き算して得られる温度よりも低い、

$T_{hout} < T_{s0} - \Delta T_{sl}$

かを判断し、測定されたコンプレッサ用インタークーラ出口冷却水温度 $T_{hout}$ の方が高い場合はステップS10に戻り処理を繰り返す。

【0045】一方、測定されたコンプレッサ用インタークーラ出口冷却水温度 $T_{hout}$ の方が低い場合はステップS30に進む。

【0046】ステップS30では、各三方弁17、18をそれぞれ図1に示す開閉状態から図2に示す開閉状態に切り替えて、当該システム1を通常運転状態から低出

力運転状態に切り替える。

【0047】そして、通常運転状態から低出力運転状態への切り替え後に、ステップS40で、低出力時の消費電力を低減するため、第2冷却系3の冷却水ポンプ13を停止させるとともに、第1冷却系2の冷却水ポンプ12の回転数を制御する出力調整マップを変更する。

【0048】さらに、ステップS50では、測定された燃料電池出口冷却水温度 $T_{sout}$ が、燃料電池6の耐熱温度により決まる所定の燃料電池出口冷却水上限温度 $T_{s0}$ よりも低く、かつ、その燃料電池出口冷却水上限温度 $T_{s0}$ から所定のコントロール許容温度差 $\Delta T_{sc}$ を引き算して得られる温度よりも高い、

$$T_{s0} - \Delta T_{sc} < T_{sout} < T_{s0}$$

か否かを判断し、この範囲外の場合は直ちにステップS70に進み、この範囲内の場合はステップS60に進む。

【0049】ステップS60では、ステップS20と同一の判断を行い、燃料電池出口冷却水温度 $T_{sout}$ の方が低い場合はステップS50に戻って待機し、燃料電池出口冷却水温度 $T_{sout}$ の方が高い場合はステップS70に進む。

【0050】ステップS70では、各三方弁17、18をそれぞれ図2に示す開閉状態から図1に示す開閉状態に切り替えて、当該システム1を低出力運転状態から通常運転状態に切り替える。

【0051】この結果、第1の実施の形態によれば、第1冷却系2のラジエータ4を第2冷却系3のラジエータ5よりも冷却風の下流に配置することで、燃料電池6の放熱量が小さくなくても、その他の制御装置7、駆動モータ8、コンプレッサ用インタークーラ9等の放熱量が30大きければ、ラジエータ5の下流の空気温度は上昇し、ラジエータ4の冷却能力が低下するため、ラジエータ4の冷却水の温度低下を抑えることができ、燃料電池6の内部温度の低下（過冷）を抑えることができる。

【0052】また、低出力状態（図2参照）では、燃料電池6と他の要冷却部品（制御装置7、駆動モータ8、コンプレッサ用インタークーラ9等）とを同一の冷却系2を用いて1つのラジエータ4によって冷却することで、冷却能力が低下し、冷却水の温度の低下を抑えることができる。

【0053】このため、燃料電池6の内部温度の低下（過冷）を抑えることができ、燃料電池6の出力の低下を防ぐとともに、低出力から短時間で高出力を発生させることができる。

【0054】さらに、低出力運転状態で用いるラジエータを下流側のラジエータ4とすることで、上流側のラジエータ5を用いる場合と比較して、ラジエータ4の冷却水温度を高く維持することができ、通常運転状態に切り替わった際にも、燃料電池6に供給される冷却水の温度低下が生じない。すなわち、燃料電池6の入口冷却水温度

度を高く保つことができる。

【0055】また、通常運転状態から低出力運転状態への切り替え条件（冷却水流路切り替え条件）を、燃料電池入口冷却水温度 $T_{sin}$ が制御装置7の耐熱温度により決まる所定の冷却水上限温度 $T_{c0}$ よりも低いこと、

$$T_{sin} < T_{c0}$$

とすることで、要冷却他部品の冷却水流路を切り替えた際に耐熱温度の低い制御装置7の冷却水上限温度を超えないため、制御装置7の故障を防止することができる。

【0056】また、加えて、通常運転状態から低出力運転状態への切り替え条件（冷却水流路切り替え条件）を、コンプレッサ用インタークーラ出口冷却水温度 $T_{hout}$ が、燃料電池6の耐熱温度により決まる所定の燃料電池出口冷却水上限温度 $T_{s0}$ から、冷却水が燃料電池6を通過する際に上昇が期待される所定の燃料電池出入口温度差 $\Delta T_{sl}$ を引き算して得られる温度よりも低いこと、  
 $T_{hout} < T_{s0} - \Delta T_{sl}$

とすることで、要冷却他部品の冷却水流路の切り替え時に、燃料電池6に流入する冷却水によって燃料電池6の出口冷却水温度が一時的に上昇するのを防ぐことができる。

【0057】さらに、通常運転状態から低出力運転状態へ切り替えた後に、第2冷却系3の冷却水ポンプ13を停止させることで、低出力時の消費電力を減らすことができる。

【0058】また、同じく通常運転状態から低出力運転状態へ切り替えた後に、第1冷却系2の冷却水ポンプ12の回転数を制御するマップを変更することで、冷却水流路の切り替えにより冷却水流路内の圧力損失が増加したことによる冷却水の流量の低下を防ぎ、各部品（燃料電池6、制御装置7等）に必要な冷却水の流量を確保することができる。

【0059】（第2の実施の形態）図4は、本発明の第2の実施の形態に係る燃料電池自動車用ラジエータシステムの制御動作を示すフローチャートである。なお、第2の実施の形態は、図1及び図2に示す第1の実施の形態に対応する燃料電池自動車用ラジエータシステムと全く同一の構成を有しており、かつ、図3に示す第1の実施の形態に対応する制御フローチャートと同様の基本的制御動作を行うため、ここでは、第1の実施の形態と異なる部分のみ説明し、同様の部分については説明を省略する。

【0060】第2の実施の形態の特徴は、図4に示すように、通常運転状態から低出力運転状態への切り替え条件（冷却水流路切り替え条件）を、測定された燃料電池入口冷却水温度 $T_{sin}$ が、制御装置7の耐熱温度により決まる所定の冷却水上限温度 $T_{c0}$ よりも低く、ステップS10において、

$$T_{sin} < T_{c0}$$

かつ、測定された燃料電池出口冷却水温度 $T_{sout}$ の単



位時間当たりの低下量が $T_{\text{sout}}/\Delta T$ が、ステップS22において、

$$T_{\text{sout}}/\Delta T > \Delta T_s$$

となり、予め設定された値 $\Delta T_s$ よりも大きいこととしたことにある。

【0061】この結果、第2の実施の形態によれば、上述した第1の実施の形態に関するものに加えて、通常運転状態から低出力運転状態への切り替えを、燃料電池6の冷却系2の冷却水温度が低下傾向である場合としたので、燃料電池6の冷却水温度の低下を早期に判断でき、燃料電池6用冷却水の温度低下を抑えることができる。すなわち、燃料電池6の冷却系2の冷却水温度をより安定に保つことができる。

【0062】(第3の実施の形態)図5及び図6は、本発明の第3の実施の形態に係る燃料電池自動車用ラジエータシステムの構成を示す図であり、特に、図5は、通常運転状態の場合を、図6は、低出力運転状態の場合をそれぞれ示している。なお、この第3の実施の形態は、図1及び図2に示す第1の実施の形態に対応する燃料電池自動車用ラジエータシステムと同様の基本的構成を有しており、同一の構成要素には同一の符号を付し、その説明を省略することとする。

【0063】第3の実施の形態の特徴は、図5及び図6に示すように、通常運転状態では、2つのラジエータ4、5によって燃料電池6と他の要冷却部品(制御装置7、駆動モータ8、コンプレッサ用インタークーラ9等)とをそれぞれ別々の冷却系2、3で冷却するが(図5参照)、低出力運転状態では、ラジエータ4を共用し、かつ、燃料電池6と他の要冷却部品とが並列の冷却水流路を持つように(図6参照)、当該システム1aを構成したことにある。

【0064】つまり、低出力運転状態では、要冷却他部品(制御装置7、駆動モータ8、コンプレッサ用インタークーラ9等)がラジエータ4に対して燃料電池6と並列に接続される。このため、2つのバイパス通路19、20を設け、それぞれの合流部に外部コントロール可能な三方弁21、22を設けている。

【0065】なお、当該システム1aの制御動作は、図3又は図4に示す制御フローチャートに従って説明することができるが、第1の実施の形態又は第2の実施の形態において説明した内容と同様であるので、その説明は省略することとする。

【0066】また、第3の実施の形態によれば、上述した実施の形態に関するものに加えて、低出力運転状態のときに要冷却他部品(制御装置7、駆動モータ8、コンプレッサ用インタークーラ9等)をラジエータ4に対して燃料電池6と並列に接続することで、第1の実施の形態における直列接続の場合と比べて、冷却水流路を単純に構成することができる。このため、車両への搭載を容易にすることができる。

【0067】(第4の実施の形態)図7は、本発明の第4の実施の形態に係る燃料電池自動車用ラジエータシステムの制御動作を示すフローチャートである。なお、第2の実施の形態は、図1及び図2に示す第1の実施の形態又は図5及び図6に示す第3の実施の形態に対応する燃料電池自動車用ラジエータシステムと全く同一の構成を有しており、かつ、図3に示す第1の実施の形態又は図4に示す第2の実施の形態に対応する制御フローチャートと同様の基本的制御動作を行うため、ここでは、上述した実施の形態と異なる部分のみ説明し、同様の部分については説明を省略する。

【0068】第4の実施の形態の特徴は、図7に示すように、通常運転状態から低出力運転状態への切り替え条件(冷却水流路切り替え条件)を、測定された燃料電池入口冷却水温度 $T_{\text{sin}}$ が、制御装置7の耐熱温度により決まる所定の冷却水上限温度 $T_{\text{c0}}$ よりも低く、ステップS10において、

$$T_{\text{sin}} < T_{\text{c0}}$$

かつ、測定された燃料電池6の出力 $L_s$ が、ステップS24において、燃料電池6の性能とラジエータ4の放熱性能とにより予め決められた設定値 $L_{s0}$ よりも低いこと、

$$L_s < L_{s0}$$

としたことにある。

【0069】なお、この場合、ラジエータ4の放熱性能を確認するため、必要により冷却風の温度を参照して、比較のための基準値である $L_{s0}$ を冷却風温度の関数とすることもできる。

【0070】また、第4の実施の形態によれば、上述した実施の形態に関するものに加えて、通常運転状態から低出力運転状態への切り替えを、燃料電池6の出力が基準値未満となった場合としたので、燃料電池システムの放熱環境の変化が変わり易い場合に、確実に切り替え制御を行うことができる。同時に、上述した実施の形態で必要な冷却水温度の検出センサ及びその制御を省略することができ、又は、温度センサの測定精度・温度保証精度を下げることができ、簡素なシステムを構成することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施の形態に係る燃料電池自動車用ラジエータシステムの構成(通常運転状態)を示す図である。

【図2】本発明の第1の実施の形態に係る燃料電池自動車用ラジエータシステムの構成(低出力運転状態)を示す図である。

【図3】第1の実施の形態の燃料電池自動車用ラジエータシステムの制御動作を説明するための制御フローチャートである。

【図4】本発明の第2の実施の形態に係る燃料電池自動車用ラジエータシステムの制御動作を説明するための制



13

14

御フローチャートである。

【図5】本発明の第3実施の形態に係る燃料電池自動車用ラジエータシステムの構成（通常運転状態）を示す図である

【図6】本発明の第3の実施の形態に係る燃料電池自動車用ラジエータシステムの構成（低出力運転状態）を示す図である

【図7】本発明の第4の実施の形態に係る燃料電池自動車用ラジエータシステムの制御動作を説明するための制御フローチャートである

【図8】従来の燃料電池自動車用ラジエータシステムを示す図面である。

【符号の説明】

2 第1冷却系

3 第2冷却系

4 第1ラジエータ

5 第2ラジエータ

6 燃料電池

7 制御装置

8 駆動モータ

9 コンプレッサ用インタークーラ

10、11 冷却水流路

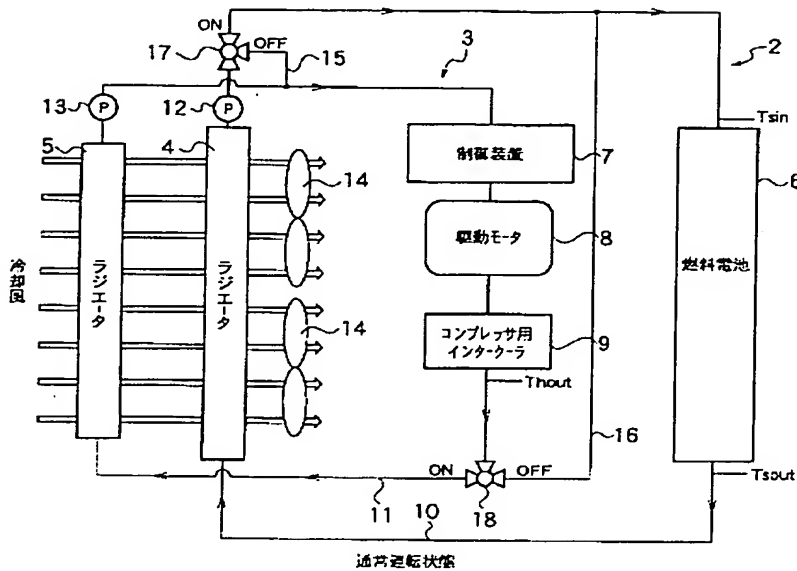
10 12、13 冷却水ポンプ

14 冷却ファン

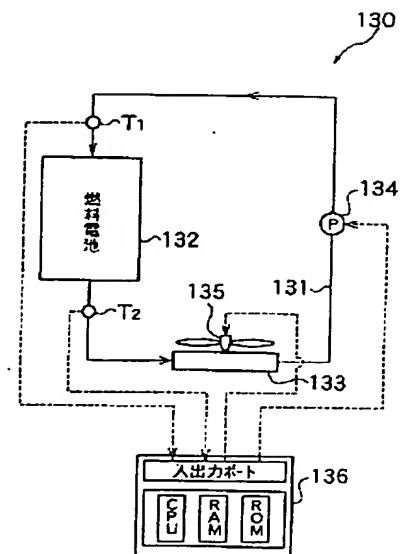
15、16、19、20 バイパス通路

17、18、21、22 三方弁

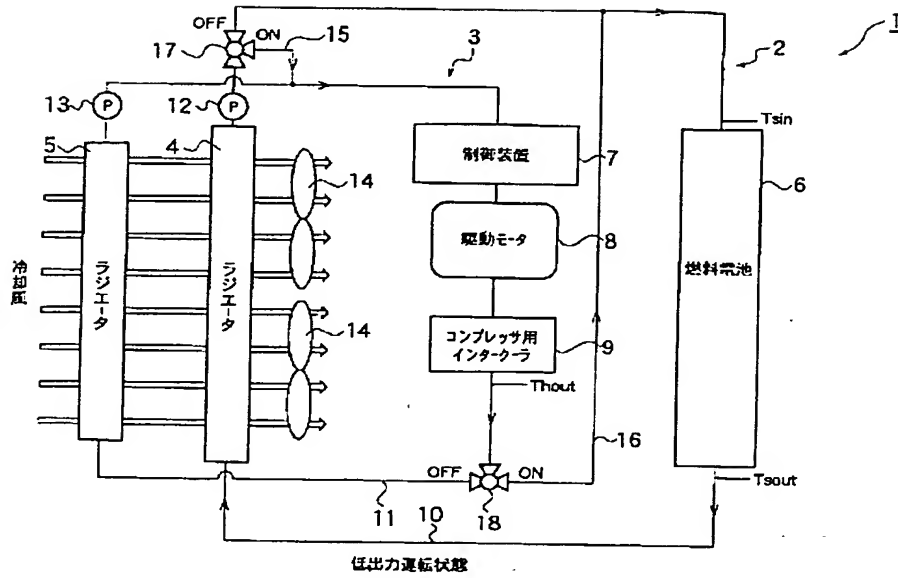
【図1】



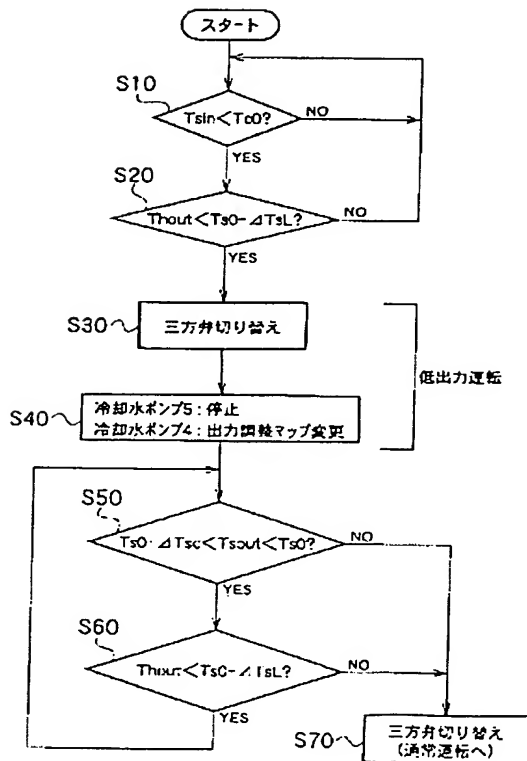
【図8】



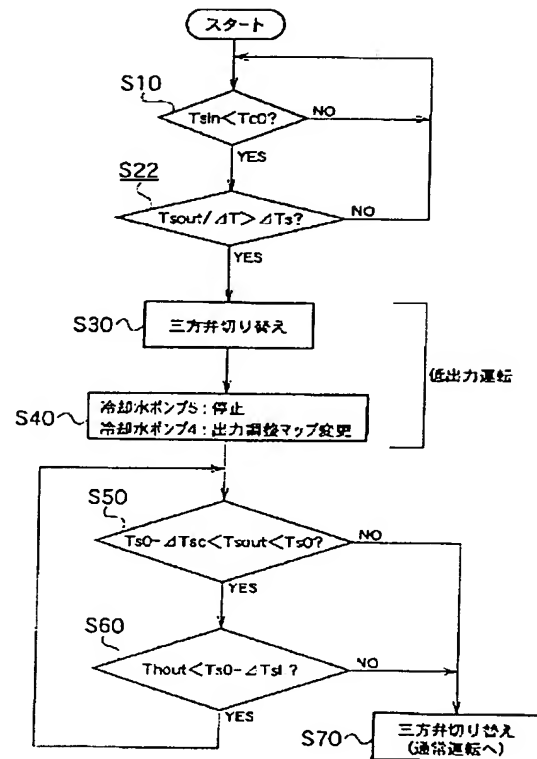
【図2】



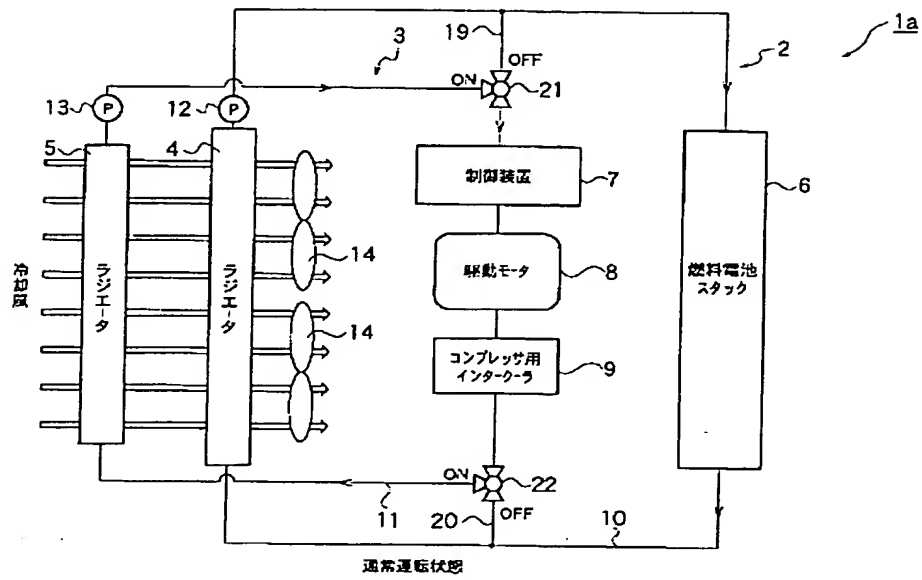
【図3】



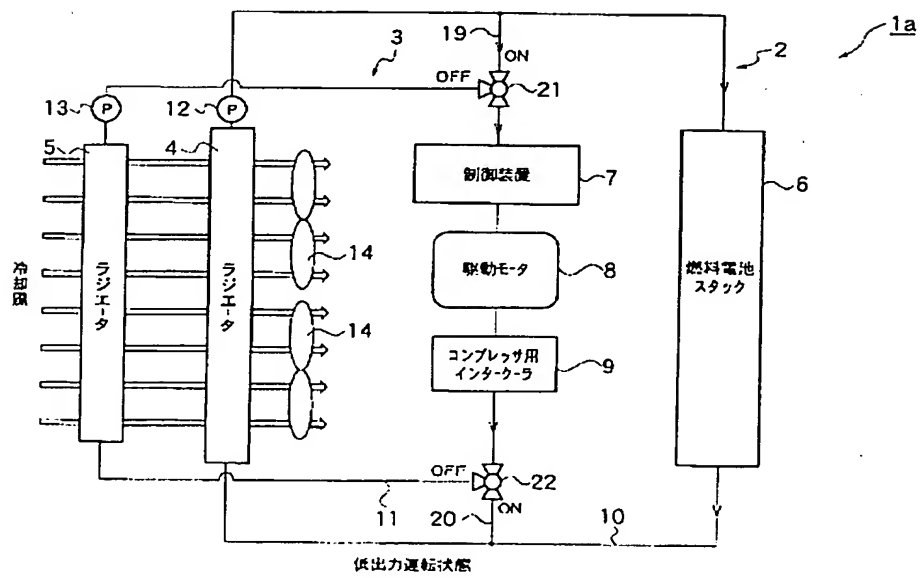
【図4】



【図5】



【図6】



【図7】

